

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 101 41 678 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 57/02**  
F 02 M 47/02

②① Aktenzeichen: 101 41 678.4  
②② Anmeldetag: 25. 8. 2001  
④③ Offenlegungstag: 8. 5. 2003

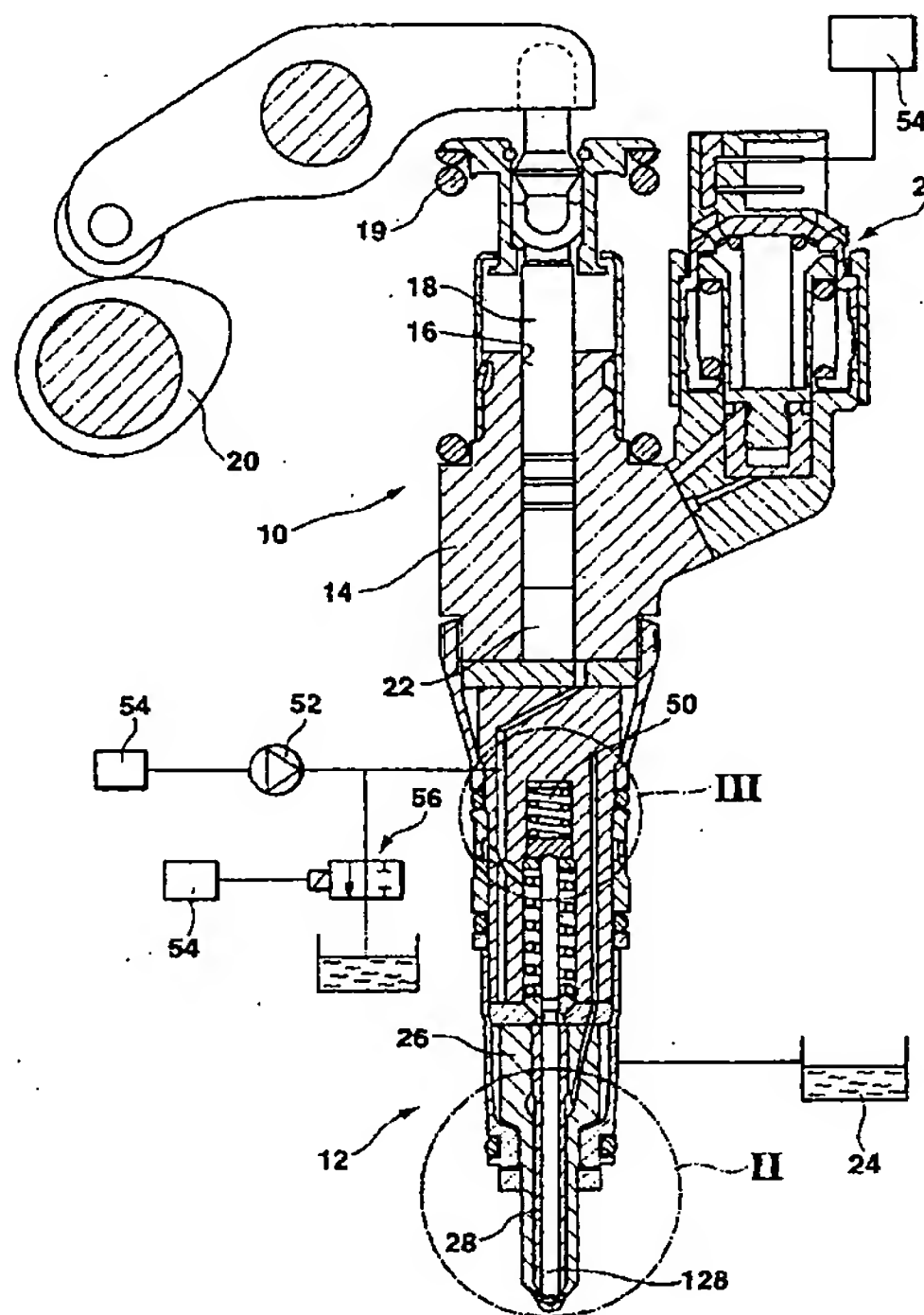
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Winter, Joachim, 70825 Korntal-Münchingen, DE;  
Pötz, Detlev, 70193 Stuttgart, DE; Mack, Gerhard,  
70191 Stuttgart, DE; Buehler, Christoph, 70839  
Gerlingen, DE; Moser, Friedrich, 71640  
Ludwigsburg, DE; Boehland, Peter, 71672 Marbach,  
DE; Kuegler, Thomas, 70825 Korntal-Münchingen,  
DE; Allio, Philippe, Montluel, FR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

⑤⑦ Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) mit einem Pumpenarbeitsraum (22) und ein mit diesem verbundenes Kraftstoffeinspritzventil (12) auf. Das Kraftstoffeinspritzventil (12) weist ein erstes Einspritzventilglied (28) auf, durch das wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum (22) erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist. Innerhalb des hohl ausgebildeten ersten Einspritzventilglieds (28) ist ein zweites Einspritzventilglied (128) verschiebbar geführt, durch das wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) gesteuert wird und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, wobei das zweite Einspritzventilglied (128) zumindest mittelbar von dem in einem kraftstoffgefüllten Steuerraum (50) herrschenden Druck beaufschlagt ist, der durch eine Förderpumpe (52) abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine derart erzeugt wird, daß das zweite Einspritzventilglied (128) in seiner geschlossenen Stellung bleibt oder öffnen kann.



DE 101 41 678 A 1

DE 101 41 678 A 1

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die EP 0 957 261 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt, der mit einem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den im Druckraum herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung bewegbar ist. Durch ein elektrisch gesteuertes Steuerventil wird zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsraum gesteuert. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum und damit im Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils den Öffnungsdruck erreicht, so bewegt sich das Einspritzventilglied in Öffnungsrichtung und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung frei. Der Einspritzquerschnitt, der durch das Einspritzventilglied dabei gesteuert wird ist immer gleich groß. Dies ermöglicht nicht unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine eine optimale Kraftstoffeinspritzung.

#### Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch das zweite Einspritzventilglied abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine mit der wenigstens einen zweiten Einspritzöffnung zusätzlicher Einspritzquerschnitt freigegeben oder verschlossen werden kann, so daß der Einspritzquerschnitt an die Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine optimal angepasst werden kann. Die Steuerung des Einspritzquerschnitts erfolgt dabei in einfacher Weise durch den von der Förderpumpe in Abhängigkeit der Betriebsparameter im Steuerraum erzeugten Druck.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Bei der Ausbildung gemäß Anspruch 3 ist für die Blockierung des zweiten Einspritzventilglieds, was üblicherweise bei geringer Last und/oder geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine erfolgt, kein erhöhter Druck im Steuerraum erforderlich, sondern zur Ermöglichung der Öffnungsbewegung des zweiten Einspritzventils, was üblicherweise bei hoher Last und/oder hoher Drehzahl der Brennkraftmaschine erfolgt, wo die für die Förderpumpe erforderliche Antriebsleistung weniger stark ins Gewicht fällt. Die Ausbildung gemäß Anspruch 4 ermöglicht es, daß auch der Öffnungsdruck des ersten Einspritzventilglieds abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine durch den Druck im Steuerraum verändert werden kann. Bei der Ausbildung gemäß Anspruch 7 ist für die Blockierung des zweiten Einspritzventilglieds, was üblicherweise bei geringer Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine erfolgt, ein erhöhter Druck im Steuerraum erforderlich, und bei hoher Last und/oder Drehzahl ist kein erhöhter Druck im Steuerraum erforderlich, so daß hier einer Überlastung der Kraftstoffhochdruckpumpe

und der Förderpumpe wegen des geringen von der Förderpumpe zu erzeugenden Drucks entgegengewirkt wird.

#### Zeichnung

[0005] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Fig. 2 in vergrößerter Darstellung einen in Fig. 1 mit II bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung, Fig. 3 in vergrößerter Darstellung einen in Fig. 1 mit III bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung, Fig. 4 den in Fig. 1 mit II bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Fig. 5 einen Kraftstoffeinspritzmengeverlauf der Kraftstoffeinspritzeinrichtung über der Zeit.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0006] In den Fig. 1 bis 4 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist als sogenanntes Pumpe-Düse-System oder als Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf. Bei einer Ausbildung als Pumpe-Leitung-Düse-System ist die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 entfernt vom Kraftstoffeinspritzventil 12 angeordnet und mit diesem über eine Leitung verbunden. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung als Pumpe-Düse-System ausgebildet, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 direkt miteinander verbunden sind und eine Baueinheit bilden. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen in einer Zylinderbohrung 16 in einem Pumpenkörper 14 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt im Zylinder 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird beim Saughub des Pumpenkolbens 18 in nicht näher dargestellter Weise Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, in dem ein erstes Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Wie in Fig. 2 dargestellt weist der Ventilkörper 26 an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine erste, vorzugsweise mehrere erste Einspritzöffnungen 32 auf, die über den Umfang des Ventilkörpers 26 verteilt angeordnet sind. Das erste Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die ersten Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der in seinem dem Ventilsitz 36 abgewandten Endbereich durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das erste Einspritzven-



tilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das erste Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringerng eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des ersten Einspritzventilglieds 28 greift eine erste vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das erste Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die erste Schließfeder 44 ist in einem ersten Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt.

[0008] Das erste Einspritzventilglied 28 des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist hohl ausgebildet und in diesem ist in einer koaxial im Einspritzventilglied 28 ausgebildeten Bohrung ein zweites Einspritzventilglied 128 verschiebbar geführt. Durch das zweite Einspritzventilglied 128 wird wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 132 im Ventilkörper 26 gesteuert. Die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 132 ist in Richtung der Längsachse der Einspritzventilglieder 28, 128 zu der wenigstens einen ersten Einspritzöffnung 32 zum Brennraum hin versetzt angeordnet. Das zweite Einspritzventilglied 128 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 134 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 136 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die zweiten Einspritzöffnungen 132 abführen. Das zweite Einspritzventilglied 128 kann zweiteilig ausgebildet sein und einen die Dichtfläche 134 aufweisenden, dem Brennraum zugewandten Teil und einen vom Brennraum weg an den ersten Teil anschließenden zweiten Teil aufweisen. Nahe dem brennraumseitigen Ende des zweiten Einspritzventilglieds 128 ist an diesem eine Druckfläche 142 gebildet, auf die bei geöffnetem erstem Einspritzventilglied 28 der im Druckraum 40 herrschende Druck wirkt.

[0009] An den ersten Federraum 46 vom Brennraum weg anschließend ist wie in den Fig. 1 und 3 dargestellt im Ventilkörper 26 ein zweiter Federraum 146 ausgebildet, in dem eine zweite, auf das zweite Einspritzventilglied 128 wirkende Schließfeder 144 angeordnet ist. Der zweite Federraum 146 ist im Durchmesser etwas kleiner ausgebildet als der erste Federraum 46. Das erste Einspritzventilglied 28 ragt mit seinem Ende in den ersten Federraum 46 hinein und stützt sich an der ersten Schließfeder 144 ab. Die erste Schließfeder 44 stützt sich mit ihrem dem ersten Einspritzventilglied 28 abgewandten Ende an einer zwischen dem ersten Federraum 46 und dem zweiten Federraum 146 angeordneten Hülse 47 ab. Die Hülse 47 stützt sich wiederum an einer am Übergang vom ersten Federraum 46 zum zweiten Federraum 146 durch die Durchmesser verringerng gebildeten Ringschulter ab. Die Hülse 47 kann in den ersten Federraum 46 eingepresst und somit fixiert sein oder kann alternativ im ersten Federraum 46 in Richtung der Längsachse des ersten Einspritzventilglieds 28 verschiebbar sein. Das zweite Einspritzventilglied 128 ragt durch die Hülse 47 hindurch in den zweiten Federraum 146 und stützt sich über einen Federteller 147 an der zweiten Schließfeder 144 ab. Die zweite Schließfeder 144 stützt sich mit ihrem dem zweiten Ventili glied 128 abgewandten Ende am Boden des zweiten Federraums 146 ab. Durch die Hülse 47 einerseits und den Federteller 147 andererseits wird zwischen dem ersten Federraum 46 und dem zweiten Federraum 146 ein Steuer-  
raum 50 begrenzt.

[0010] Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt durch den Pumpenkörper 14 und den Ventilkörper 26 ein Kanal 48 in den Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Durch ein elektrisch gesteuertes Ventil 23 wird eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit einem Entlastungsraum gesteuert, als der beispielsweise zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein Bereich dienen kann, in dem

ein gegenüber dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 etwas erhöhter Druck aufrechterhalten wird. Solange keine Kraftstoffeinspritzung erfolgen soll ist durch das durch eine elektronische Steuereinrichtung 54 angesteuerte Steuerventil 23 die Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Entlastungsraum geöffnet, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22 kein Hochdruck aufbauen kann. Wenn eine Kraftstoffeinspritzung erfolgen soll wird durch das Steuerventil 23 der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum getrennt, so daß sich beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 im Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbauen kann. Das Steuerventil 23 kann als Magnetventil oder als Piezoventil ausgebildet sein.

[0011] Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist in den Fig. 1 bis 3 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Der Steuerraum 50 ist dabei mit einer Druckquelle, beispielsweise in Form einer Förderpumpe 52 verbunden, die Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 ansaugt. Der von der Förderpumpe 52 erzeugte Förderdruck wird abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie insbesondere Last, Drehzahl, Temperatur sowie gegebenenfalls weiteren Parametern gesteuert. Es kann vorgesehen sein, daß der Betrieb der Förderpumpe 52, insbesondere deren Drehzahl, abhängig von den Betriebsparametern durch eine Steuereinrichtung 54 gesteuert wird. Es kann auch vorgesehen sein, daß in der Verbindung zwischen dem Steuerraum 50 und der Förderpumpe 52 ein Druckbegrenzungsventil 56 vorgesehen ist, das durch die Steuereinrichtung 54 angesteuert wird und den von der Förderpumpe 52 erzeugten Förderdruck auf einen vorgegebenen Wert begrenzt. Im Ventilkörper 26 ist ein in den Steuerraum 50 mündender Kanal 58 ausgebildet, über den der Steuerraum 50 mit der Förderpumpe 52 verbunden ist. Es kann vorgesehen sein, daß sich der Kanal 58 bis zum Steuerventil 23 fortsetzt und daß durch die Förderpumpe 52 über den Kanal 58 auch Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 22 beim Saughub des Pumpenkolbens 18 und bei geöffnetem Steuerventil 23 zugeführt wird. Der Kanal 58 und die Druckseite der Förderpumpe 52 dienen dabei auch als Entlastungsraum, mit dem der Pumpenarbeitsraum 22 durch das Steuerventil 23 zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung verbindbar ist. Vorzugsweise ist nur eine Förderpumpe 52 für die Kraftstoffeinspritzeinrichtungen sämtlicher Zylinder der Brennkraftmaschine vorgesehen.

[0012] Durch die zweite Schließfeder 144 wird das zweite Einspritzventilglied 128 mit seiner Dichtfläche 134 gegen den zweiten Ventilsitz 136 im Ventilkörper 26 gepresst. Durch den im Steuerraum 50 herrschenden Druck wird über den Federteller 147 eine der Kraft der Schließfeder 144 entgegenwirkende Kraft auf das zweite Einspritzventilglied 128 erzeugt. Die zweite Schließfeder 144 weist eine starke Vorspannung auf, so daß diese auch bei hohem Druck im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 das zweite Einspritzventilglied 128 in seiner geschlossenen Stellung halten kann, wenn der Druck im Steuerraum 50 gering ist, und das zweite Einspritzventilglied 128 nur öffnen kann, wenn im Steuerraum 50 ein erhöhter Druck herrscht. Wenn die Hülse 47 im ersten Federraum 46 fixiert ist, so wirkt sich der im Steuerraum 50 herrschende Druck nicht auf das erste Einspritzventilglied 28 aus. Wenn die Hülse 47 jedoch verschiebbar ist, so wird mit zunehmendem Druck im Steuerraum 50 über die dann verschobene Hülse 47, die eine Abstützung der ersten Schließfeder 44 bildet, die Vorspannung der ersten Schließfeder 44 erhöht und somit der Öffnungsdruck des ersten Einspritzventilglieds 28 erhöht.

[0013] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 ist das

Steuerventil 23 geöffnet, so daß Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 in den Pumpenarbeitsraum 22 gelangt. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 wird der Beginn der Kraftstoffeinspritzung dadurch festgelegt, daß das Steuerventil 23 schließt, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum getrennt ist und sich im Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbaut. Abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine wird der durch die Förderpumpe 52 erzeugte und im Steuerraum 50 herrschende Druck eingestellt. Wenn durch die Förderpumpe 52 im Steuerraum 50 ein geringer Druck erzeugt wird, so wird das zweite Einspritzventilglied 128 durch die zweite Schließfeder 144 mit hoher Kraft mit seiner Dichtfläche 134 gegen den Ventilsitz 136 gepresst. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so hoch ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das erste Einspritzventilglied 28 erzeugte Druckkraft größer ist als die Kraft der ersten Schließfeder 44, so öffnet das Kraftstoffeinspritzventil 12 indem das erste Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 abhebt und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 freigibt. Die durch die zweite Schließfeder 144 auf das zweite Einspritzventilglied 128 ausgeübte Schließkraft ist größer als die durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck über die Druckfläche 142 auf das zweite Einspritzventilglied 128 ausgeübte Kraft, so daß das zweite Einspritzventilglied 128 in seiner geschlossenen Stellung verbleibt. Am Kraftstoffeinspritzventil 12 wird somit mit den ersten Einspritzöffnungen 32 nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts geöffnet, so daß entsprechend nur eine geringe Kraftstoffmenge eingespritzt wird.

[0014] Wenn auch das zweite Einspritzventilglied 128 öffnen soll, so wird durch die Förderpumpe 52 im Steuerraum 50 ein erhöhter Druck erzeugt, der über den Federteller 147 auf das zweite Einspritzventilglied 128 wirkt und die durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck über die Druckfläche 142 auf das zweite Einspritzventilglied 128 erzeugte Kraft in Öffnungsrichtung 29 unterstützt. Wenn der Druck im Steuerraum 50, der durch die Förderpumpe 52 erzeugt wird, und der Druck im Druckraum 40, der durch den Pumpenkolben 18 erzeugt wird, hoch genug sind, so öffnet zusätzlich zum ersten Einspritzventilglied 28 auch das zweite Einspritzventilglied 128 und gibt die zweiten Einspritzöffnungen 132 frei. Somit ist am Kraftstoffeinspritzventil 12 der gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben und es wird eine größere Kraftstoffmenge eingespritzt. Das Ende der Kraftstoffeinspritzung wird durch das Öffnen des Steuerventils 23 bestimmt, wodurch der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Entlastungsraum verbunden ist und sich in diesem kein Hochdruck mehr aufbauen kann.

[0015] Es kann vorgesehen sein, daß die durch die ersten Einspritzöffnungen 32 und die zweiten Einspritzöffnungen 132 gebildeten Einspritzquerschnitte zumindest annähernd gleich groß sind, so daß bei der Öffnung nur des ersten Einspritzventilglieds 28 der halbe gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben wird. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß die ersten Einspritzöffnungen 32 einen größeren oder kleineren Einspritzquerschnitt bilden als die zweiten Einspritzöffnungen 132.

[0016] In Fig. 5 ist der Verlauf der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q$  über der Zeit  $t$  während einem Einspritzzyklus dargestellt. Es kann vorgesehen sein, daß zu Beginn der Kraftstoffeinspritzung im Steuerraum 50 ein geringer Druck eingestellt wird, so daß bei geringem Förderhub des Pumpenkolbens 18 zunächst nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnet und am Kraftstoffeinspritzventil 12 nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts freigegeben wird. Es erfolgt dann eine Voreinspritzung einer geringen Kraftstoffmenge

nur durch die ersten Einspritzöffnungen 32, die in Fig. 5 mit einer Einspritzphase I bezeichnet ist. Bei zunehmendem Förderhub des Pumpenkolbens 18 kann im Steuerraum 50 ein erhöhter Druck eingestellt werden, so daß zusätzlich auch das zweite Einspritzventilglied 128 öffnet und am Kraftstoffeinspritzventil 12 der gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben wird. Es erfolgt dann eine Haupteinspritzung einer großen Kraftstoffmenge durch die ersten Einspritzöffnungen 32 und die zweiten Einspritzöffnungen 132, die in Fig. 5 mit einer Einspritzphase II bezeichnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, daß zu Beginn einer Kraftstoffhaupteinspritzung der Druck im Steuerraum 50 derart eingestellt wird, daß nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 freigibt, und daß erst später während der Kraftstoffhaupteinspritzung der Druck im Steuerraum 50 derart eingestellt wird, daß auch das zweite Einspritzventilglied 128 öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 132 freigibt. Hierdurch wird wie in Fig. 5 für die Einspritzphase II dargestellt eine gestufte Kraftstoffhaupteinspritzung erreicht, bei der zu Beginn eine geringer Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit durch die ersten Einspritzöffnungen 32 eingespritzt wird und erst später während der Kraftstoffhaupteinspritzung eine große Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit durch die ersten und zweiten Einspritzöffnungen 32, 132 eingespritzt wird. Der Zeitpunkt, zu dem die zweiten Einspritzöffnungen 132 freigegeben werden, wird dabei durch den Druck im Steuerraum 50 bestimmt. In Fig. 5 ist mit gestrichelten Linien die mögliche Beeinflussung des Anstiegs der Kraftstoffeinspritzmenge durch den Druck im Steuerraum 50 verdeutlicht. Auch unabhängig vom Druck im Steuerraum 50 wird durch die auf das zweite Einspritzventilglied 128 wirkende zweite Schließfeder 144 bewirkt, daß das zweite Einspritzventilglied 128 erst etwas später als das erste Einspritzventilglied 28 öffnet, wie dies in Fig. 5 mit durchgezogener Linie für die Einspritzphase II dargestellt ist, wobei jedoch durch den im Steuerraum 50 herrschenden Druck der Zeitpunkt des Öffnens des zweiten Einspritzventilglieds 128 variiert werden kann. Weiterhin kann auch vorgesehen sein, daß bei bestimmten Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere bei geringer Last und/oder Drehzahl, wenn nur eine geringe Kraftstoffmenge eingespritzt wird, über den gesamten Förderhub des Pumpenkolbens 18 nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnet und das zweite Einspritzventilglied 128 geschlossen bleibt.

[0017] Wenn die Hülse 47 im ersten Federraum 46 verschiebbar ist, so erhöht sich mit zunehmendem Druck im Steuerraum 50 die auf das erste Einspritzventilglied 28 wirkende Schließkraft. Wenn der Druck im Steuerraum 50 wie vorstehend angegeben mit zunehmendem Förderhub des Pumpenkolbens 18 und mit zunehmender Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine erhöht wird, so erhöht sich dabei auch der Öffnungsdruck des ersten Einspritzventilglieds 28, das ist der Druck im Druckraum 40, bei dem das erste Einspritzventilglied 28 öffnet. Somit ist ohne zusätzlichen Aufwand auch eine Änderung des Öffnungsdrucks des ersten Einspritzventilglieds 28 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine ermöglicht.

[0018] In Fig. 4 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausschnittsweise gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ist. Abweichend zum ersten Ausführungsbeispiel ist beim zweiten Ausführungsbeispiel jedoch die Anordnung des Steuerraums modifiziert. Der Steuerraum ist dabei durch den zweiten Federraum 246 gebildet und durch den als Kolben ausgebildeten Federteller 147 des zweiten Einspritzventilglieds 128 begrenzt. Die Hülse 47 ist im ersten Federraum 46 fixiert und nicht von



dem im Steuerraum 246 herrschenden Druck beaufschlagt. Der im Steuerraum 246 herrschende Druck wirkt über den Federteller 147 auf das zweite Einspritzventilglied 128 und unterstützt die Kraft der zweiten Schließfeder 144. In den Steuerraum 246 mündet der im Ventilkörper 26 ausgebildete Kanal 58, der mit der Förderpumpe 52 verbunden ist. Wenn im Steuerraum 246 ein geringer Druck herrscht, so wirkt auf das zweite Einspritzventilglied 128 eine geringer Schließkraft, die im wesentlichen durch die Vorspannung der zweiten Schließfeder 144 erzeugt wird. Wenn im Steuerraum 246 ein erhöhter Druck herrscht, so wirkt auf das zweite Einspritzventilglied 128 eine erhöhte Schließkraft.

[0019] Die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel, jedoch wird abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere bei niedriger Last und/oder Drehzahl, durch die Förderpumpe 52 im Steuerraum 246 ein erhöhter Druck eingestellt, wenn nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnen und das zweite Einspritzventilglied 128 geschlossen bleiben soll und nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts freigegeben werden soll. Entsprechend wird abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere bei hoher Last und/oder Drehzahl, durch die Förderpumpe 52 im Steuerraum 246 ein geringer Druck eingestellt, wenn das erste Einspritzventilglied 28 und das zweite Einspritzventilglied 128 öffnen sollen und der gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben werden soll.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und einem mit dieser verbundenen Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, der mit einem Druckraum (40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) wenigstens ein erstes Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, und mit einem ersten elektrisch gesteuerten Steuerventil (23), durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kraftstoffeinspritzventil (12) ein zweites, innerhalb des hohl ausgebildeten ersten Einspritzventilglieds (28) verschiebbar geführtes zweites Einspritzventilglied (128) aufweist, durch das wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) gesteuert wird und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist und daß das zweite Einspritzventilglied (128) zumindest mittelbar von dem in einem kraftstoffgefüllten Steuerraum (50; 246) herrschenden Druck beaufschlagt ist, der durch eine Druckquelle (52) abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine erzeugt wird, wodurch der Öffnungsdruck zumindest des zweiten Einspritzventilglieds (128) veränderbar ist.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine gemeinsame Druckquelle (52) für sämtliche Zylinder der Brennkraftmaschine vorgesehen ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Einspritzventilglied (128) durch den im Steuerraum (50) herrschenden Druck zumindest mittelbar der Schließkraft entgegenwirkend beaufschlagt ist, so daß mit zunehmendem Druck im Steuerraum (50) die auf das zweite Einspritzventilglied (128) wirkende Schließkraft verringert wird.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließkraft auf das erste Einspritzventilglied (28) durch eine erste Schließfeder (44) erzeugt wird, und daß das erste Einspritzventilglied (28) oder eine Abstützung (47) von dessen erster Schließfeder (44) zumindest mittelbar vom Druck im Steuerraum (50) die Schließfeder (44) unterstützend beaufschlagt ist, so daß mit zunehmendem Druck im Steuerraum (50) die auf das erste Einspritzventilglied (28) wirkende Schließkraft erhöht wird.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließkraft auf das zweite Einspritzventilglied (128) durch eine zweite Schließfeder (144) erzeugt wird, wobei sich das zweite Einspritzventilglied (128) über einen Kolben (147) an der zweiten Schließfeder (144) abstützt, der mit seiner der zweiten Schließfeder (144) abgewandten Stirnseite den Steuerraum (50) begrenzt.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei geringer Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Druckquelle (52) ein geringer Druck im Steuerraum (50) erzeugt wird, so daß das zweite Einspritzventilglied (128) in einer geschlossenen Stellung bleibt und nur das erste Einspritzventilglied (28) öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) freigibt und daß bei hoher Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Druckquelle (52) ein hoher Druck im Steuerraum (50) erzeugt wird, so daß zusätzlich auch das zweite Einspritzventilglied (128) öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) freigibt.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Einspritzventilglied (128) durch den im Steuerraum (246) herrschenden Druck zumindest mittelbar in Schließrichtung die Schließkraft unterstützend beaufschlagt ist, so daß mit zunehmendem Druck im Steuerraum (246) die auf das zweite Einspritzventilglied (128) wirkende Schließkraft erhöht wird.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei geringer Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Druckquelle (52) ein hoher Druck im Steuerraum (246) erzeugt wird, so daß das zweite Einspritzventilglied (128) in seiner geschlossenen Stellung bleibt und nur das erste Einspritzventilglied (28) öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) freigibt, und daß bei hoher Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Druckquelle (52) ein geringer Druck im Steuerraum (246) erzeugt wird, so daß zusätzlich auch das zweite Einspritzventilglied (128) öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) freigibt.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Druckquelle (52) bei geringem Förderhub des Pumpenkolbens (18) für eine Kraftstoffvorauspritzung im Steuerraum (50; 246) ein derartiger Druck erzeugt wird, daß das zweite Einspritzventilglied (132) in

seiner geschlossenen Stellung bleibt und nur das erste Einspritzventilglied (28) öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) freigibt, und daß durch die Druckquelle (52) mit zunehmendem Förderhub des Pumpenkolbens (18) für eine Kraftstoffhaupteinspritzung im Steuerraum (246) ein derartiger Druck erzeugt wird, daß zusätzlich auch das zweite Einspritzventilglied (128) öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) freigibt.

10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Druckquelle (52) zu Beginn einer Kraftstoffhaupteinspritzung im Steuerraum (50; 246) ein derartiger Druck erzeugt wird, daß das zweite Einspritzventilglied (128) in seiner geschlossenen Stellung bleibt und nur das erste Einspritzventilglied (28) öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung (32) freigibt, und daß durch die Druckquelle (52) im weiteren Verlauf der Kraftstoffhaupteinspritzung im Steuerraum (50; 246) ein derartiger Druck erzeugt wird, daß zusätzlich auch das zweite Einspritzventilglied (128) öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung (132) freigibt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

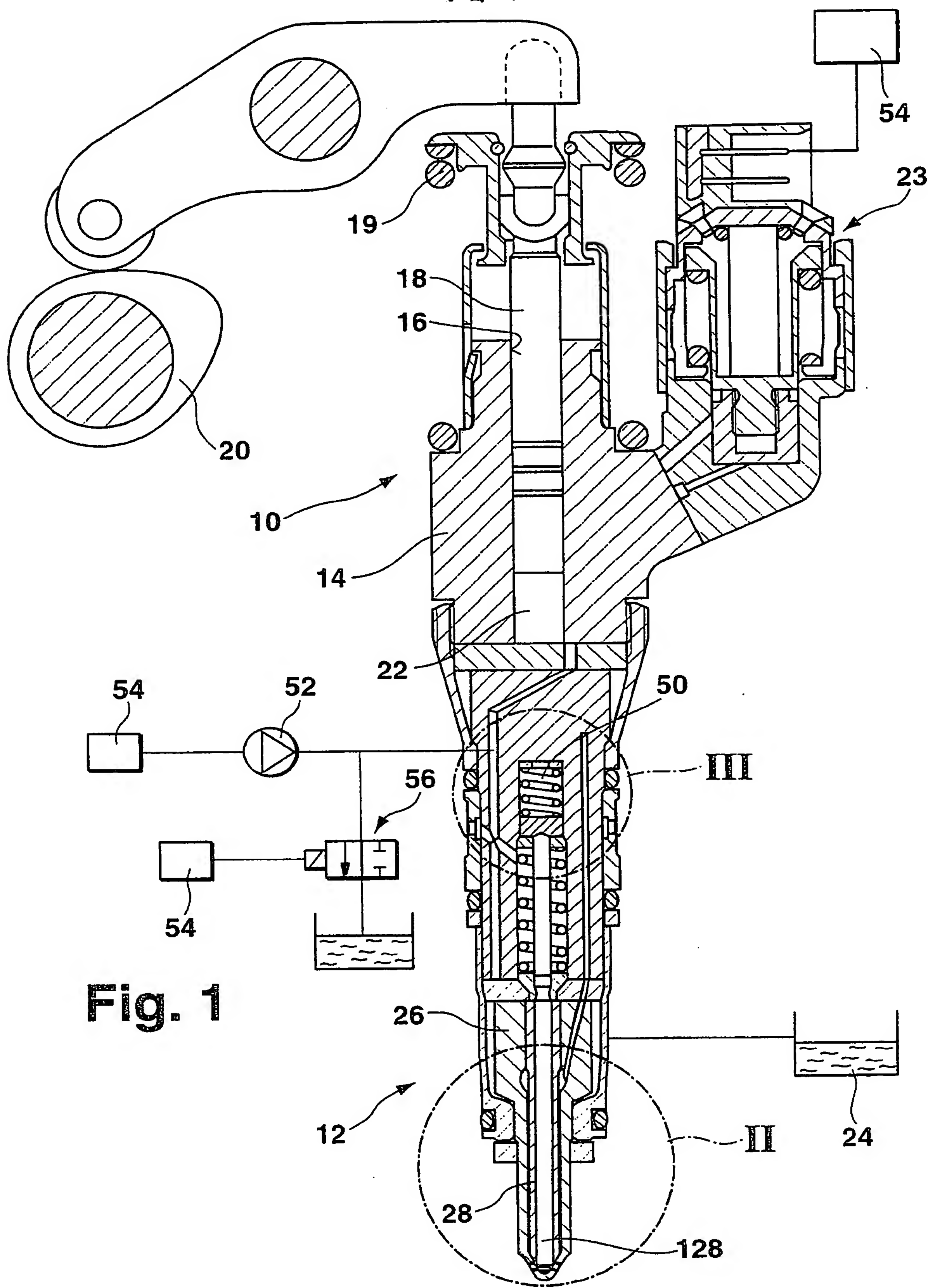


Fig. 1

Fig. 2

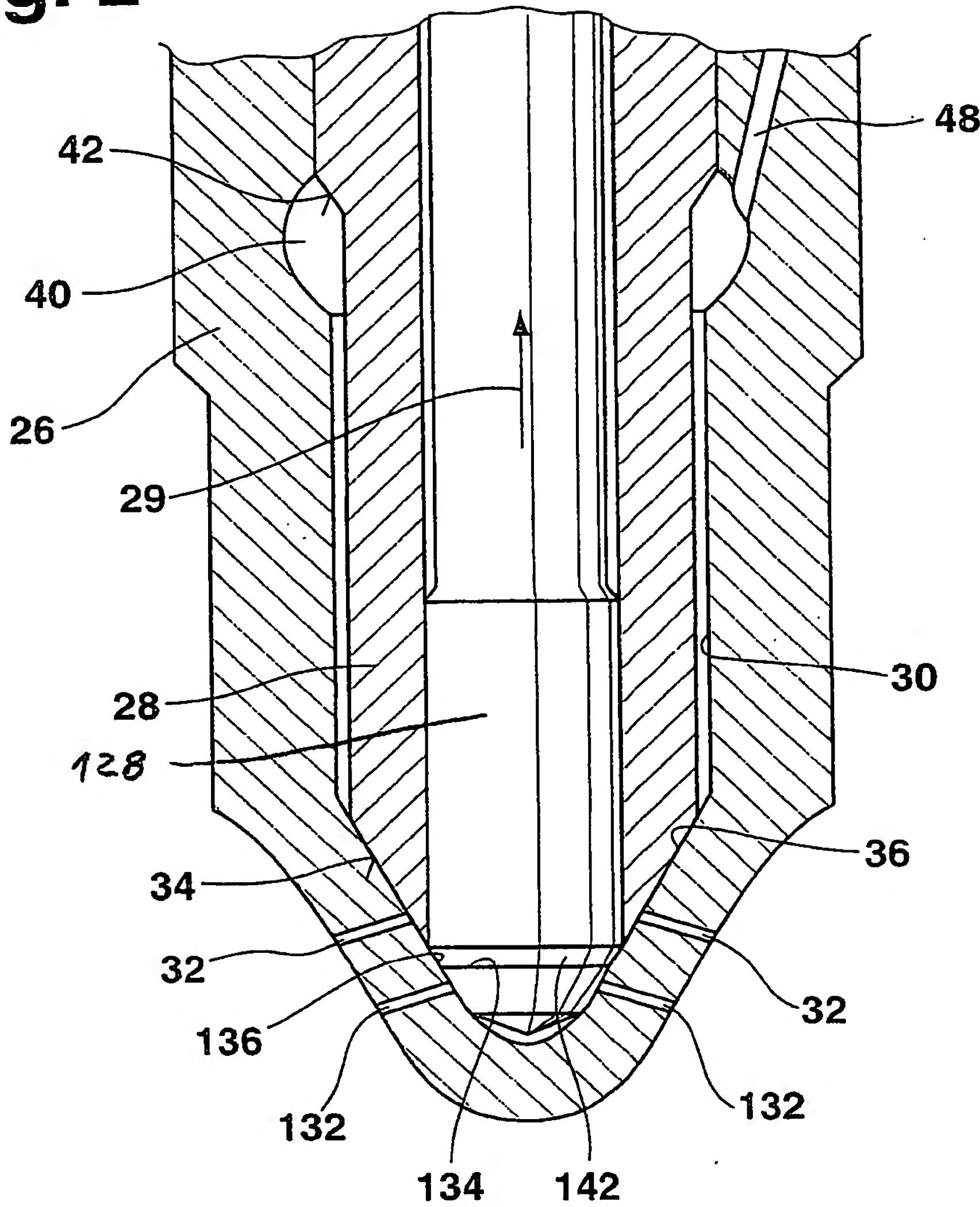
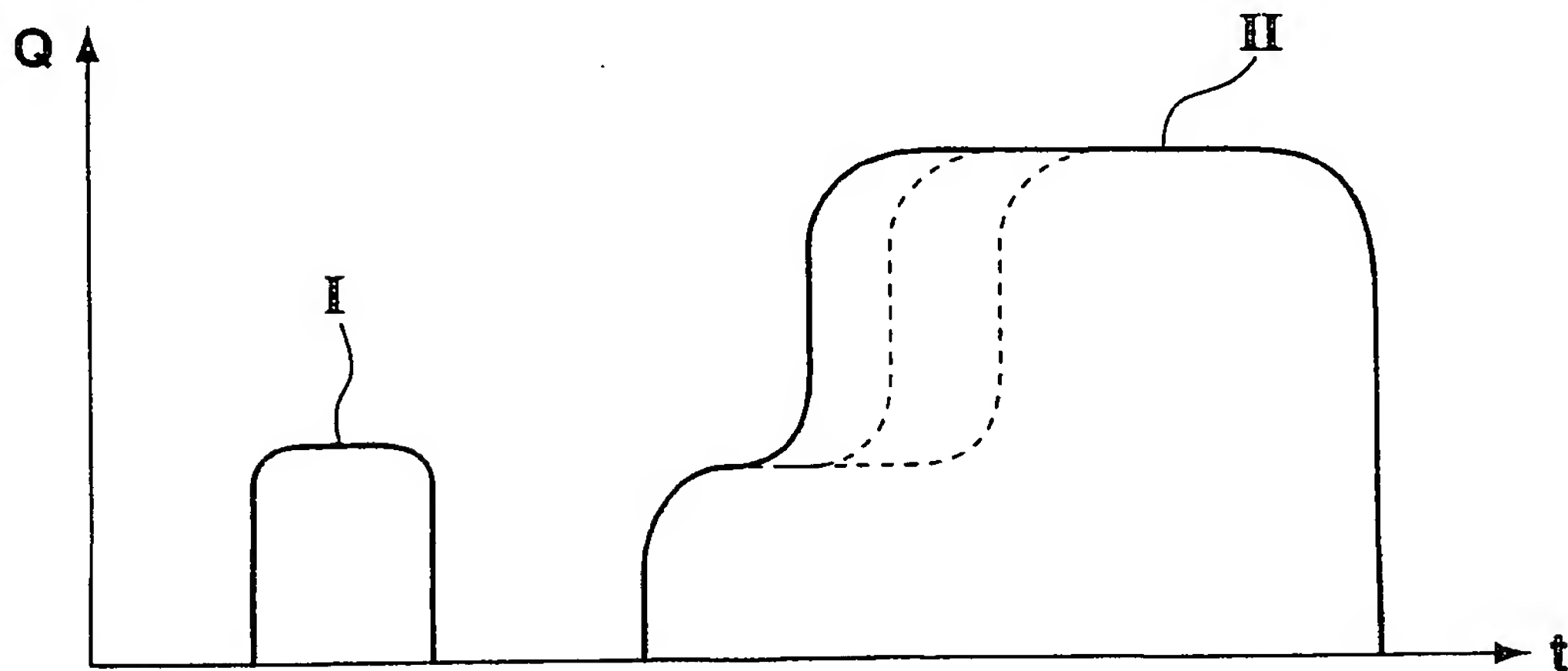
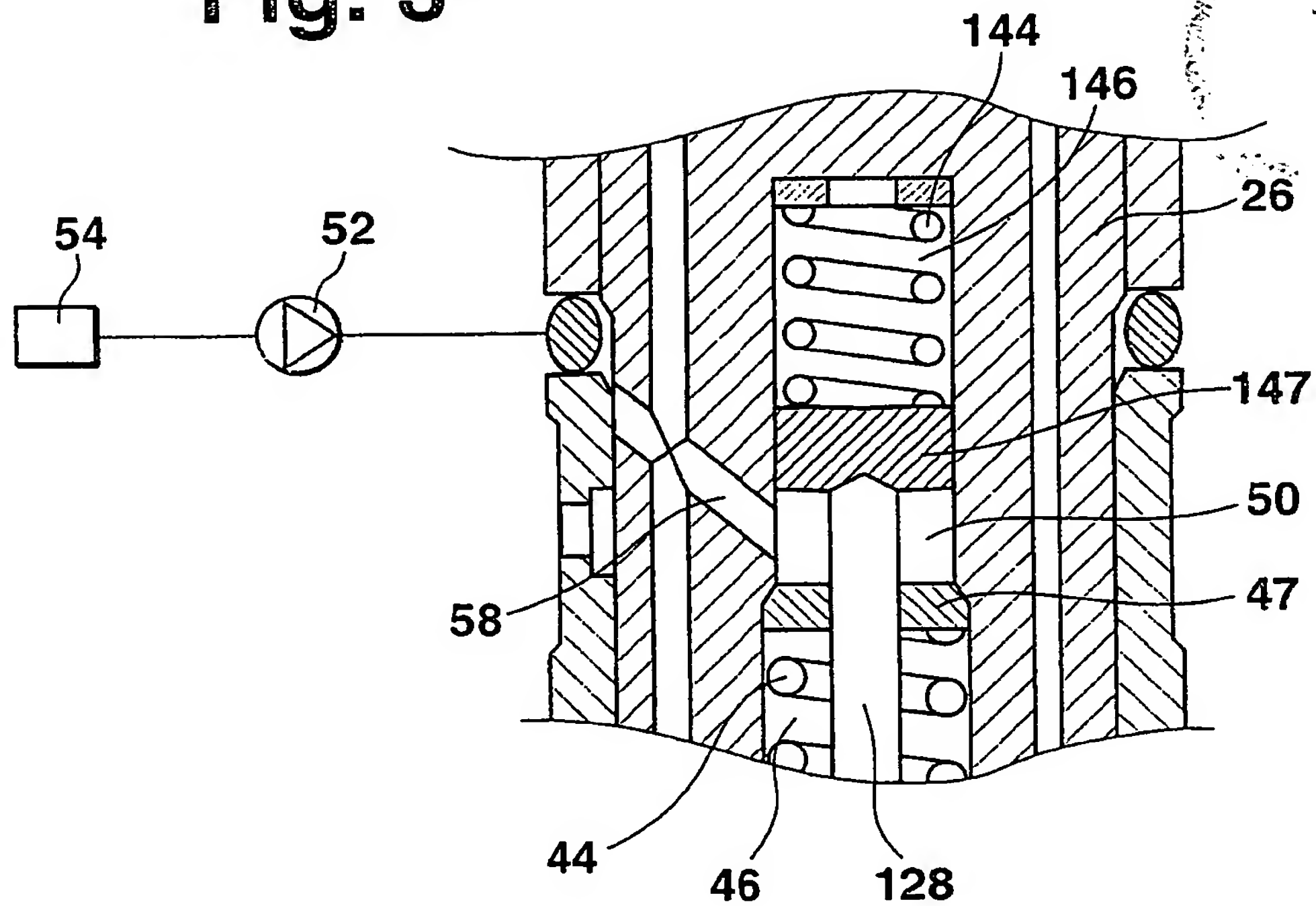


Fig. 5





**Fig. 3**



**Fig. 4**

